



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 900 997 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
10.03.1999 Patentblatt 1999/10

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G01B 7/30, G01D 5/20,  
G01D 3/08

(21) Anmeldenummer: 98115770.4

(22) Anmeldetag: 21.08.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 05.09.1997 DE 19738841

(71) Anmelder: Hella KG Hueck & Co.  
59552 Lippstadt (DE)

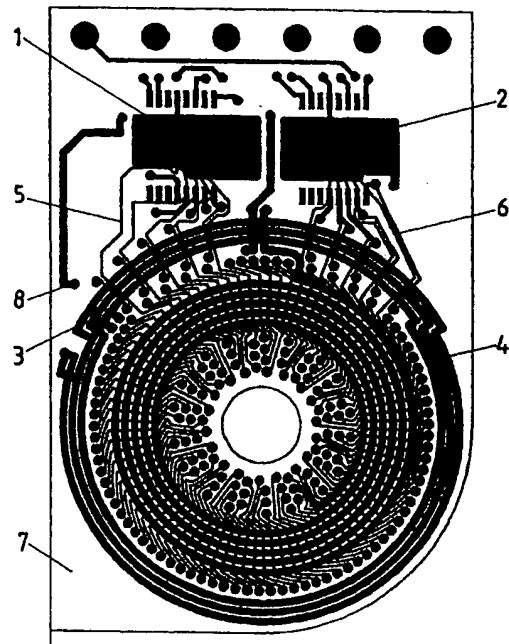
(72) Erfinder:

- Irle, Henning  
59557 Lippstadt (DE)
- Kost, Norbert  
59590 Geseke (DE)
- Schmidt, Franz-Josef  
33154 Salzkotten (DE)

### (54) Induktiver winkelsensor

(57) Beschrieben wird ein redundant aufgebauter  
induktiver Winkelsensor mit zwei zumindest annähernd  
gleich aufgebauten LC-Oszillatoren.

Durch induktive Kopplung der Oszillatoren synchronisieren sich diese hinsichtlich Frequenz und Phasenlage selbst, wodurch unerwünschte gegenseitige Beeinflussungen vermieden werden.



EP 0 900 997 A1

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft einen induktiven Winkel-sensor für ein Kraftfahrzeug.

[0002] Als Sensoren zur Positionserfassung, ins-  
besondere zur Erfassung des Auslenkungswinkels von  
motorisch gesteuerten oder geregelten Elementen, kommen in Kraftfahrzeugen immer noch hauptsächlich  
Potentiometer zur Anwendung. Deren Vorteil, nämlich  
besonders kostengünstig zu sein, stehen die Nachteile  
der Verschmutzungsempfindlichkeit sowie der Ver-  
schleißbarkeit gegenüber.

[0003] Zur Vermeidung dieser Nachteile kommen nun  
verstärkt berührungslos arbeitende Winkelsensoren zur  
Anwendung, die z. B. nach magnetoresistiven, kapaziti-  
ven oder induktiven Prinzipien funktionieren.

[0004] Ein induktiver Winkelsensor besteht dabei dem  
Prinzip nach aus einer wechselstrombeaufschlagten  
Erregerspule, deren magnetisches Feld in einer oder  
mehreren Empfangsspulen Spannungen induziert, deren Amplitude oder Phasenlage von der Position  
eines relativ zu den Spulen beweglichen induktiven  
Koppelementes abhängt.

[0005] Insbesondere bei sicherheitskritischen Anwen-  
dungen in Kraftfahrzeugen, wie z. B. der Erfassung der  
Winkelposition einer motorisch verstellbaren Drossel-  
klappe, werden aus Sicherheitsgründen redundant  
messende Sensoren vorgesehen. Im Falle eines Poten-  
tiometers als Sensor kann ein redundant messender  
Sensor somit als einfaches Doppelpotentiometer aus-  
geführt sein.

[0006] Der Aufbau eines redundant messenden  
induktiven Winkelsensors ist dagegen problematisch,  
da es beim ortsnahen Aufbau zweier induktiver Sensor-  
systeme, und zwar insbesondere durch die Überlage-  
rung der durch die Erregerspulen erzeugten  
Magnetfelder, zu einer gegenseitigen Beeinflussung der  
Sensorsysteme kommen kann.

[0007] Es sei angenommen, ein redundanter indukti-  
ver Winkelsensor bestehe, bis auf das induktive Koppel-  
element, dessen Positionierung erfaßt werden soll, aus  
zwei vollständigen und unabhängigen Sensorsystemen. Benutzt man hierzu zwei weitgehend identisch  
aufgebaute Sensorsysteme, also mit zwei Oszillatoren, welche die Erregerspulen mit einer Wechselspannung  
gleicher Frequenz beaufschlagen sollen, so erhält man  
bereits bei kleinsten Frequenzabweichungen Schwei-  
bungen in den Signalen der Empfangsspulen, welche  
die Auswertung der Empfangsspulensignale stark  
erschweren oder sogar unmöglich machen.

[0008] Ein denkbarer Ausweg wäre, die Oszillatorfre-  
quenzen stark unterschiedlich zu wählen, so daß mögli-  
che Differenzfrequenzen leicht auszufiltern wären.  
Dazu müßten aber der Oszillator und die Auswerte-  
schaltung, die man vorteilhafterweise jeweils zu einem  
Schaltkreis zusammenfassen kann, für jedes der bei-  
den Sensorsysteme anders ausgelegt sein, was einen  
doppelten Entwicklungsaufwand bedeutet. Auch wären

5 die Kosten zur Produktion zweier verschiedener Schalt-  
kreise in einfacher Stückzahl weitaus höher als die Pro-  
duktion eines Schaltkreises in doppelter Stückzahl.

[0009] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen  
redundant aufgebauten induktiven Winkelsensor zu  
schaffen, der möglichst einfach und kostengünstig her-  
stellbar ist und eine gegenseitige störende Beeinflus-  
sung der Sensorsysteme ausschließt.

10 [0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch  
die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1  
gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildun-  
gen hierzu sind in den Merkmalen der Unteransprüche  
angeführt.

15 [0011] Die Idee der Erfindung beruht darauf, zwei  
Oszillatoren vorzusehen, die als LC-Oszillatoren ausge-  
führt und über die Erregerspulen miteinander gekoppelt  
sind. LC-Oszillatoren können "weich" ausgeführt sein,  
das heißt über einen gewissen Frequenzbereich ver-  
stimmbar sein, ohne daß ihr Schwingungsverhalten  
20 instabil würde oder die Schwingungen gar abreißen  
würden.

25 [0012] Durch die Kopplung der beiden Oszillatoren  
schwingen diese auf gleicher Frequenz und Phasen-  
lage, wodurch insbesondere störende Schwebungen  
auf überraschend einfache Weise vermieden werden  
können.

30 [0013] Vorteilhaft ist zudem, daß LC-Oszillatoren sehr  
kostengünstig sind, da die Erregerspulen zugleich die  
Induktivitäten der LC-Schwingkreise ausbilden und  
überdies auf zusätzliche frequenzstabilisierende Mittel  
(Quarze) verzichtet werden kann.

35 [0014] Vorteilhaft ist weiterhin, daß der "Ziehbereich"  
der Frequenz der Oszillatoren durch die Dimensionie-  
rung der Oszillatorbauteile vorgegeben werden kann.  
Insbesondere durch den dissipativen Anteil der verwen-  
deten Bauelemente können die Gütefaktoren der Oszil-  
latoren so gering vorgegeben werden, daß die  
40 Oszillatoren bei einer extern beeinflußten Änderung  
ihrer Schwingungsfrequenz innerhalb eines Abwei-  
chungsbereiches von mindestens +/- 1 kHz von der  
Grundfrequenz noch stabil arbeiten.

45 [0015] Durch die gegenseitige Kopplung der Oszilla-  
toren über die Erregerspulen ist es nicht nur möglich,  
sondern sogar zweckmäßig, beide Erregerspulen in  
räumlicher Nähe zueinander, und zwar vorteilhafter-  
weise auf einer Leiterplatte, anzuordnen.

50 [0016] Die einzelnen Erregerspulen können hierzu  
beispielsweise durch spiralförmige oder auch konzentri-  
sche Leiterbahnen ausgeführt sein und zueinander  
konzentrisch angeordnet werden.

55 [0017] Des weiteren ist es zweckmäßig, als Leiter-  
platte eine mehrlagige Leiterplatte vorzusehen, auf der  
auch die ebenfalls als Leiterbahnen ausgeführten Emp-  
fangsspulen sowie die Schaltkreise zur Schwingungs-  
zeugung und zur Signalauswertung angeordnet sind.

[0018] Vorteilhaft ist es, die beiden Sensorsysteme  
zwar induktiv gekoppelt, aber galvanisch getrennt aus-  
zuführen, so daß bei Ausfall eines Sensorsystems das

zweite voll funktionsfähig bleibt. Dies führt zu der zweckmäßigen Ausgestaltung, alle elektrischen Komponenten, bis auf die Erreger- und Empfangsspulen, zu jeweils einem Schaltkreis zusammenzufassen. Da durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des induktiven Winkelsensors zweimal der gleiche Schaltkreis zur Anwendung kommen kann, ist dieser in höheren Stückzahlen, und damit besonders kostengünstig, herstellbar.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen induktiven Winkelsensors soll nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt und näher erläutert werden.

[0020] Hierzu zeigt die einzige Figur eine Skizze der zum induktiven Winkelsensor gehörenden Leiterplatte.

[0021] Da die Figur nur eine Ebene einer mehrlagigen Leiterplatte (7) darstellt, sind nicht alle nachfolgend genannten elektrischen Verbindungen in der Figur unmittelbar ersichtlich, da diese vielfach über Durchkontaktierungen (8) (dargestellt durch die punktförmigen Elemente an den Leiterbahnendungen) zwischen den Leiterplattenebenen hergestellt werden. Für die Erläuterung des nachfolgend beschriebenen Aufbauprinzips des erfindungsgemäßen induktiven Winkelsensors ist dies jedoch unerheblich.

[0022] Ebenfalls nicht dargestellt ist das induktive Koppelement, ausführbar als metallisches Element, Kurzschlußspule oder ähnliches, dessen Winkelposition bezüglich der Spulenanordnung auf der Leiterplatte vom Winkelsensor detektiert wird.

[0023] Der induktive Winkelsensor besteht aus zwei galvanisch unabhängigen, jedoch induktiv gekoppelten Sensorsystemen. Jedes Sensorsystem besteht aus jeweils einem integrierten Schaltkreis (1, 2) und einer Erregerspule (3, 4) sowie mehreren Empfangsspulen, die auf verschiedenen Leiterplattenebenen in Umfangsrichtung der kreisförmigen Leiterbahnanordnung periodische (z. B. mäanderförmige, dreieckförmige) Strukturen ausbilden. Die Verbindungsleitungen (5, 6) dieser im übrigen nicht dargestellten Empfangsspulen (im dargestellten Beispiel sind es fünf pro Sensorsystem) sind zu den Schaltkreisen (1, 2) geführt, welche jeweils eine Auswerteschaltung zur Auswertung der Empfangsspulensignale enthält.

[0024] Aus den verschiedenen Amplitudenwerten und Phasenlagen der Empfangsspulensignale bestimmt die Auswerteschaltung die genaue Winkelposition des induktiven Koppelementes.

[0025] In die Schaltkreise (1, 2) integriert sind zudem die Oszillatorschaltungen, welche die Erregerspulen (3, 4) jeweils mit einem Wechselstrom beaufschlagen. Diese sind erfindungsgemäß als "weiche" LC-Oszillatoren ausgeführt, deren Schwingungsfrequenz durch äußere Beeinflussung über einen vorgegebenen Frequenzbereich verändert werden kann, ohne daß dieses zu einem instabilen Schwingungsverhalten oder gar zu einem Schwingungsabriß führen würde.

[0026] Die induktive Komponente jedes LC-Oszillators

wird durch die zugeordnete Erregerspule (3, 4) gebildet. Durch die räumlich nahe Anordnung der Erregerspulen (3, 4) erfahren die Oszillatoren so eine induktive Kopplung, welche eine frequenz- und phasengleiche Schwingung beider Oszillatoren bewirkt. Dabei kann die gemeinsame Schwingungsfrequenz durchaus von den Frequenzen abweichen, die jeder einzelne der Oszillatoren unbeeinflußt erzeugen würde.

[0027] Der induktive Winkelsensor löst damit das Problem, daß auch frequenzgenaue Oszillatoren geringfügige Abweichungen von der vorgegebenen Grundfrequenz zeigen. Erzeugen nun zwei frequenzstarre Oszillatoren, z. B. Quarzoszillatoren, Wechselfelder mit nur annähernd gleicher Frequenz, so ergeben sich unerwünschte Effekte, insbesondere Schwebungen, mit der Differenzfrequenz der beiden Oszillatoren, welche die Auswertung der Winkelposition des induktiven Koppelementes aus den von den Empfangsspulen abgegebenen Signalen erschwert oder gar unmöglich macht.

[0028] Ein, allerdings weniger vorteilhafter, Ausweg wäre hier, Oszillatoren mit deutlich unterschiedlichen Schwingungsfrequenzen vorzusehen, so daß die Differenzfrequenzen nicht störend oder leicht ausfilterbar wären. Da hierzu aber die Schaltkreise sowohl zur Schwingungserzeugung als auch zur Signalauswertung untereinander deutlich verschiedenartig ausgeführt sein müßten, wäre diese Lösung erheblich aufwendiger.

[0029] Eine andere Lösung könnte sein, nur einen Oszillator vorzusehen, der beide Erregerspulen ansteuert. Diese Lösung entspricht aber nicht der Anforderung, einen vollständig redundanten Winkelsensor zu schaffen, der zwei unabhängig voneinander funktionierende Sensorsysteme aufweist. Bei nur einem Oszillator bedeutet ein Ausfall desselben auch einen Funktionsausfall des gesamten Winkelsensors.

[0030] Daher erscheint der erfindungsgemäße Winkelsensor mit zwei sich selbst synchronisierenden Oszillatoren sowohl hinsichtlich Aufwand als auch unter dem Gesichtspunkt der Funktionssicherheit als besonders vorteilhaft.

#### Bezugszeichenliste

45 Induktiver Winkelsensor

[0031]

50 1, 2 Schaltkreise

3, 4 Erregerspulen

55 5, 6 Verbindungsleitungen (der Empfangsspulen zu den Schaltkreisen)

7 (mehrlagige) Leiterplatte

8 Durchkontaktierungen

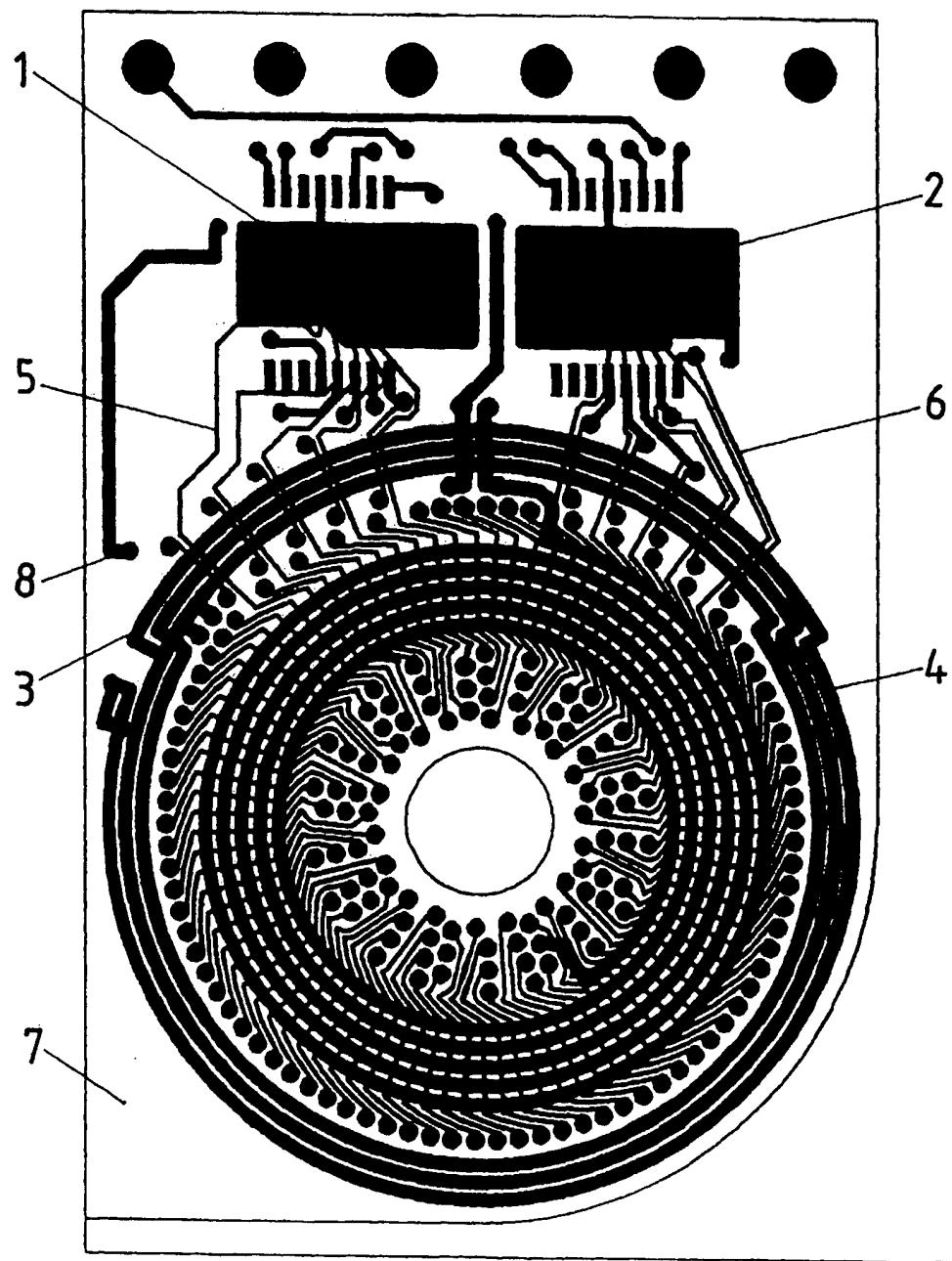
### Patentansprüche

1. Induktiver Winkelsensor für ein Kraftfahrzeug
  - mit zwei Oszillatoren mit zumindest annähernd gleicher Schwingungsfrequenz, 5
  - mit jeweils mindestens einer jedem Oszillator zugeordneten Erregerspule (3, 4),
  - mit jeweils mindestens einer jedem Oszillator zugeordneten Empfangsspule 10
  - und mindestens einem induktiven Koppelement,
  - wobei die Oszillatoren als LC-Schwingkreise ausgeführt sind und über die Erregerspulen (3, 4) miteinander induktiv gekoppelt sind. 15
2. Induktiver Winkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gütefaktor der Oszillatoren so gering vorgegeben ist, daß die Oszillatoren bei einer extern beeinflußten Änderung ihrer Schwingungsfrequenz innerhalb eines Abweichungsbereiches von mindestens +/- 1 kHz von der Grundfrequenz stabil arbeiten. 20
3. Induktiver Winkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Oszillator, mit Ausnahme der zugehörigen Erregerspule, sowie eine mit den dem Oszillator zugeordneten Empfangsspulen verbundene Auswerteschaltung zu einem Schaltkreis (1, 2) zusammengefaßt sind und daß der induktive Widerstandssensor zwei gleichartig aufgebaute Schaltkreise (1, 2) aufweist. 25
4. Induktiver Winkelsensor nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerspulen (3, 4), die Empfangsspulen sowie die Schaltkreise (1, 2) auf einer mehrlagigen Leiterplatte (7) angeordnet sind. 35
5. Induktiver Winkelsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerspulen (3, 4) jeweils als spiralförmige oder konzentrische Leiterbahnen ausgebildet sind und daß die Erregerspulen (3, 4) konzentrisch zueinander angeordnet sind. 40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 98 11 5770

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE															
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)												
Y	DE 44 11 759 A (DAIMLER-BENZ AG) 19. Oktober 1995 * Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 45; Abbildungen 2-4 *	1,4,5	G01B7/30 G01D5/20 G01D3/08												
Y	US 4 940 939 A (KHAIT ET AL.) 10. Juli 1990 * das ganze Dokument *	1,4,5													
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 97, no. 9, 30. September 1997 & JP 09 121585 A (MABUCHI MOTOR CO LTD), 6. Mai 1997 * Zusammenfassung *	1													
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)															
G01B G01D															
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 33%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>17. November 1998</td> <td>Lut, K</td> </tr> <tr> <td colspan="3">           KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE            X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet            Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie            A : technologischer Hintergrund            O : nichtschriftliche Offenbarung            P : Zwischenliteratur         </td> </tr> <tr> <td colspan="3">           T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze            E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist            D : in der Anmeldung angeführtes Dokument            L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument            &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument         </td> </tr> </table>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	17. November 1998	Lut, K	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer													
DEN HAAG	17. November 1998	Lut, K													
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur															
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument															

DERWENT-ACC-NO: 1999-156017  
DERWENT-WEEK: 200140  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

**TITLE:** Inductive angle sensor for use in motor vehicle

**INVENTOR:** IRLE, H; KOST, N ; SCHMIDT, F

**PATENT-ASSIGNEE:** HELLA HUECK & CO KG[WESF]

**PRIORITY-DATA:** 1997DE-1038841 (September 5, 1997)

**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
EP 900997 A1	March 10, 1999	G	006	G01B 007/30
US 6255810 B1	July 3, 2001	N/A	000	G01B 007/20
DE 19738841 A1	March 11, 1999	N/A	000	G01B 007/30
CZ 9802844 A3	March 17, 1999	N/A	000	G01P 013/00

**DESIGNATED-STATES:** AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT  
LU LV MC MK N  
L PT RO SE SI

**APPLICATION-DATA:**

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
EP 900997A1	N/A	1998EP-0115770	August 21, 1998
US 6255810B1	N/A	1998US-0148775	September 4, 1998
DE 19738841A1	N/A	1997DE-1038841	September 5, 1997
CZ 9802844A3	N/A	1998CZ-0002844	September 4, 1998

**INT-CL (IPC):** G01B007/14; G01B007/20 ; G01B007/30 ; G01D003/08 ;  
G01D005/00 ; G01D005/20 ; G01P003/48 ; G01P013/00

**ABSTRACTED-PUB-NO:** EP 900997A

**BASIC-ABSTRACT:** NOVELTY - The sensor has two oscillators with at least approximately equal resonant frequencies, at least one stimulation (3,4) and receiver coil per oscillator and at least one inductive coupling element. The LC oscillators are inductively coupled together by the stimulation coils.

**USE -** Especially for detecting deflection of motorized elements in motor vehicles.

**ADVANTAGE -** The redundant sensor is very simple to manufacture and eliminates noise influences on the sensor system.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S) -** The drawing shows the sensor arrangement.

two identical circuits 1,2

stimulation coils 3,4

**ABSTRACTED-PUB-NO:** US 6255810B

**EQUIVALENT-ABSTRACTS:** NOVELTY - The sensor has two oscillators with at least approximately equal resonant frequencies, at least one stimulation (3,4) and receiver coil per oscillator and at least one inductive coupling element. The LC oscillators are inductively coupled together by the stimulation coils.

**USE -** Especially for detecting deflection of motorized elements in motor vehicles.

**ADVANTAGE -** The redundant sensor is very simple to manufacture and eliminates noise influences on the sensor system.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S) -** The drawing shows the sensor arrangement.

two identical circuits 1,2

stimulation coils 3,4

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg.1/1

**TITLE-TERMS:**  
INDUCTIVE ANGLE SENSE MOTOR VEHICLE

**DERWENT-CLASS:** S02 X22

**EPI-CODES: S02-A02F; S02-K02A; S02-K03A2C; X22-X06;**

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-112738**